

BASTIÉN MONTOYA, Gustavo Mauricio. "***Desarrollo de habilidades cognitivas en la enseñanza a distancia***" [recurso electrónico]. -- p. 267-293. -- En: Coloquio sobre la Práctica de la Educación Virtual en la UAM-A (1º. : 2012 : UAM Azcapotzalco, Ciudad de México). Memorias del Primer Coloquio sobre la Práctica de la Educación Virtual en la UAM-A. Mesa 2: Tecnología y enseñanza / Micheli Thirión, Jordy, coordinador y Armendáriz Torres, Sara, coordinadora. – México: Universidad Autónoma Metropolitana (México), Unidad Azcapotzalco, División de Ciencias Sociales y Humanidades, Coordinación de Difusión y Publicaciones, 2012. 467 páginas. ISBN 978-607-477-830-4

DESARROLLO DE HABILIDADES COGNITIVAS

EN LA ENSEÑANZA A DISTANCIA

Gustavo Mauricio Basti3n Montoya.

gmbm@correo.azc.uam.mx

Introducci3n

Una de las dificultades que enfrentamos los docentes de ciencias b3sicas al utilizar plataformas a distancia, al dise1nar y utilizar cursos, ya sea en e-learning o ense1anza combinada, es la forma en que se puede desarrollar la habilidad de resolver problemas, pues existen numerosas dificultades y obst3culos en este proceso, incluso en ense1anza presencial (Basti3n, Mora, S3nchez, 2010).

El e-learning y la ense1anza combinada es un campo especialmente f3rtil para el desarrollo de nuevas estrategias de ense1anza, (Scholze, Wiemann, 2006; Aiello, M., Wilelm, 2004), en particular algunos autores consideran que estas modalidades permiten la ense1anza y desarrollo de habilidades de alto nivel (HAN) (Resnick, 1987) entre las que se encuentra la habilidad para resolver problemas.

El desarrollo de la estrategia para resolver un problema es un aspecto que pr3cticamente no se analiza en e-learning y muchos cursos a distancia o b-learning proponen a los alumnos, de modo intuitivo y basados en la experiencia del docente, ejercicios y cuestionarios, pero no se construye una estrategia sistem3tica, con bases te3ricas, y menos aun tomando en cuenta investigaciones educativas. Algunos autores han puesto 3nfasis en la construcci3n de metodolog3as de ense1anza basadas en la investigaci3n (Hieggelke, Maloney y O'Kuma, 2002).

Este trabajo tiene como objetivo mostrar de qué forma se desarrolla en e-learning una de las habilidades cognitivas: la resolución de problemas; en particular presentamos una metodología de desarrollo de esta habilidad, realizada con grupos control y experimental, en una materia del tronco general de ingeniería, *Introducción a la física*, basados en una estrategia que modela la resolución de problemas de los estudiantes de los primeros trimestres.

La utilización de plataformas para el aprendizaje exige diseñar diferentes materiales que tienen como objetivo último que el alumno comprenda un determinado contenido y pueda aplicarlo en diferentes situaciones. Esto es especialmente cierto en el área de ingeniería donde la evaluación se realiza a través de problemas y no de la memorización de conceptos o definiciones. Este proceso de diseño en e-learning se realiza de diversas maneras, desde el trasplante de materiales de clases presenciales hasta los que diseñan bajo parámetros de investigación. Hacia mediados del siglo pasado las teorías instruccionales para desarrollar material se basaban en el conductismo que era la teoría de moda, ahora tenemos el constructivismo y el cognitivismo que nos ayudan a plantear otro modo de aprender y por lo tanto de enseñar.

Conductismo, constructivismo y cognitivismo.

Para aclarar el marco pedagógico con que se aborda el diseño y construcción de materiales didácticos planteamos a continuación algunas consideraciones del conductismo, constructivismo y cognitivismo.

Desde el punto de vista del conductismo el aprendizaje se lleva a cabo cuando se presenta un estímulo apropiado y se observa la respuesta esperada, en otras palabras se requiere de un cambio de conducta observable. La respuesta esperada se enuncia con objetivos conductuales claramente establecidos de antemano (Mager, 1978). Con respecto a la utilización de las TICs uno de los fundadores del diseño instruccional empleado hacia la década de los 60 es Chadwick (1977) quien definió el diseño instruccional como. "... un medio que

permite organizar, comprender más fácilmente y manejar las múltiples variables de una situación de enseñanza-aprendizaje con el propósito de aumentar la eficacia de este proceso en un sentido amplio”. Es decir se trata de organizar el contenido a través de tablas y secuencias que permitan presentar ordenadamente los contenidos para su mejor lectura y que el docente y el alumno puedan organizar mejor su tiempo todo con el fin de lograr los objetivos conductuales.

Los puntos fundamentales del diseño instruccional son los siguientes (Polo, 2001):

- Formulación de objetivos conductuales que se realiza antes de iniciar el proceso de enseñanza-aprendizaje
- Secuenciación del contenido. identificación de tareas y subtarear
- Evaluación del programa con base en los objetivos terminales propuestos.

Como vemos es un tratamiento basado en los aspectos organizativos del “material a cubrir” por el profesor, que funciona básicamente con objetivos conductuales.

Los constructivistas, al igual que los cognitivistas, conciben el aprendizaje como una actividad mental, pero que es “filtrada” por los esquemas mentales que posee el individuo. Estos esquemas propios del alumno han sido denominados en la enseñanza de las ciencias *razonamiento espontáneo, concepciones alternativas, preconceptos*, etc. Desde esta perspectiva, las experiencias del individuo así como las interacciones con el medio ambiente son fundamentales. La construcción de nuevos conocimientos no parte de cero, se basa en lo que ya sabe el sujeto, pero también parte de sus actitudes, expectativas y emociones para lograr una reestructuración y reinterpretación de la realidad.

El diseño de entornos que proponen los constructivistas, sobre todos los constructivistas sociales (Díaz Barriga, 2005) se basa en rasgos como el aprendizaje autodirigido, fomento a la autonomía y autorregulación; el trabajo en equipo sobre tareas reales, en escenarios reales también son rasgos distintivos, al

igual que el razonamiento divergente, las tareas cognitivas complejas y la utilización de las TICs como herramientas cognitivas. El énfasis está puesto en la cultura y el contexto social (Kim, 2001) a partir de los cuales se construye el conocimiento.

El cognitivismo por su lado concibe el aprendizaje como la modificación de estructuras mentales a través de la organización de la información, es decir que el aprendizaje es una actividad mental en que lo más importante es la codificación y estructuración del conocimiento de acuerdo con los esquemas que ya posee una persona. En términos piagetianos, la acomodación de las estructuras de conocimiento a la nueva información. Desde este punto de vista el punto de interés es la representación mental, en este caso de un proceso, y cómo éstas guían el aprendizaje del sujeto.

Desde esta perspectiva del cognitivismo es que trabajamos el diseño de los materiales de trabajo para e-learning pues los instrumentos en que se apoya esta teoría son las explicaciones (la forma en que se presentan) los ejemplo, contraejemplos y retroalimentación. La selección de una metodología de aprendizaje es la que nos permite establecer una analogía entre las actividades presentadas al alumno y los esquemas mentales a que dan origen. Un aspecto muy importante del cognitivismo es que el contenido se concibe no solo asociado a si mismo sino a su utilización en la práctica, en la resolución de problemas, por ello cada contenido requiere de una forma de presentación que respete la estructura de conocimiento que está construyendo el alumno. Esto nos lleva a plantear que los materiales didácticos que se construyan tienen como fin la integración, reacomodación o creación de un modelo mental.

En este trabajo recurrimos a las dos corrientes, el constructivismo nos da el marco de referencia en que se desarrolla la adquisición de la habilidad para resolver problemas, básicamente nos permite descubrir los obstáculos epistemológicos, en tanto que el cognitivismo nos provee del marco para comprender la forma en que se adquiere esta habilidad a nivel superior, es decir

de qué forma estructura inicialmente el alumno una estrategia de RP, específicamente en materias de ciencias básicas.

Habilidades de alto nivel

De acuerdo con las perspectivas que se tomen, varían las habilidades de alto nivel (HAN) aunque psicólogos, educadores, cognitivistas, coinciden que entre estas habilidades se encuentran la resolución de problemas, la metacognición, comprender un texto, pensamiento creativo y razonamiento lógico entre otras. En especial Resnick (1987) ha resaltado algunas características de las HAN:

- Son no-algorítmicas
- Requieren juicio
- Son complejas
- Tienen múltiples soluciones
- Requieren de autorregulación en el proceso de pensamiento
- Requieren encontrar significado y estructura en un desorden aparente.

Estos enunciados han servido en la comunidad de educadores para distinguir las HAN de otras tareas que desempeña un alumno; surge entonces la inevitable pregunta ¿Se pueden enseñar o al menos consolidar escolarmente?

Entre otros resultados que apoyan la posibilidad de aprendizaje de las HAN, está el trabajo de Nickerson (1985), y el de Schoenfeld (1985) que muestra la forma de desarrollar la habilidad de RP a través de programas diseñados específicamente para ello.

Sin embargo el abordaje de los alumnos presenta varios obstáculos cognitivos que se deben reconocer antes de iniciar la aplicación de una metodología.

Obstáculos cognitivos

Este trabajo se desarrolló en varias etapas: Investigación en torno a los obstáculos cognitivos y epistemológicos en el proceso de RP, posteriormente realizamos una investigación para determinar la forma en que nuestros alumnos de ingeniería resuelven problemas y poder desarrollar una esquematización de su metodología para explicitarla, tanto presencial como a distancia y finalmente la construcción de materiales didácticos en línea para la RP. Los materiales son básicamente cuestionarios y un software estructurados bajo una estrategia pedagógica específica.

El universo de trabajo son los alumnos de primer ingreso a ingeniería de la UAM-Azcapotzalco; un porcentaje que varía entre 60 y 80% requiere llevar el curso de *Introducción a la Física* cuyo contenido es de nivel Bachillerato. A través de investigaciones realizadas en la División de CBI [Bastién, 2010] se han determinado las principales dificultades de los alumnos en la resolución de problemas de cinemática y dinámica de la partícula, desde los más simples hasta los que se aplican en los exámenes, se constató que estas dificultades se mantienen hasta cuarto o quinto trimestre, por lo que el desarrollo de esta habilidad es un aspecto fundamental en los cursos del tronco general, ya sea en el sistema presencial, a distancia o el Sistema de Aprendizaje Individualizado.

Es importante notar que el proceso de comprender a resolver un problema se resuelven numerosos problemas, cada uno enseña algo diferente al aprendiz, lo que hace este diseño de preguntas y problemas es que provee al alumno de una ruta crítica en la que se exponen los puntos críticos para adquirir una metodología. M. Stone [2010] gran educadora de Harvard plantea que “... *la capacidad de comprender se desarrolla con la aplicación práctica de lo comprendido, que ese tipo de experiencia donde piensas en lo que sabes y intentas aplicarlo a situaciones nuevas y que llegue más lejos, es una forma eficaz de aumentar esa capacidad*” con lo que reafirmamos que, efectivamente la comprensión de los conceptos y definiciones de cinemática o dinámica adquieren sentido una vez que se ponen en marcha en la resolución de problemas y por esta

razón en el campo de la ingeniería, los problemas son utilizados ampliamente para verificar el manejo de conceptos y su aplicación en la práctica.

El alumno no es, ya sabemos de acuerdo con los constructivistas, una tabula rasa en la que se pueda depositar conocimientos sin interferencia de otros esquemas de pensamiento, que muchas veces chocan y se acomodan lentamente para llegar a un modelo que esté de acuerdo con las leyes de Newton. Enseguida mostramos el marco en que se desarrolla la construcción de la habilidad para RP en mecánica de los primeros trimestres de ingeniería.

Esquemas espontáneos y obstáculos cognitivos.

La investigación para determinar el marco en que se desarrolla la RP se enfocó a dos aspectos, por un lado hacer un recuento de los esquemas espontáneos que utiliza un alumno en mecánica y que son muy conocidos [Viennot, 1980] y por otro, determinar los obstáculos cognitivos que presentan los alumnos de bajo rendimiento para resolver problemas [Bastián, Mora, Sánchez, 2010], esta determinación se llevó a cabo mediante el análisis de resoluciones de problemas por escrito y entrevistas semiestructuradas a alumnos de primer y segundo trimestre de ingeniería, se encontraron varios tipos de obstáculos que fueron agrupados en las siguientes categorías:

Falta de habilidad lectora. En la Unidad azcapotzalco se han realizado varias investigaciones sobre la lectura y se ha encontrado un problema muy claro con la lectura entre los alumnos de la Unidad. Una vez más los exámenes que realizamos mostraron que existe una falta de comprensión de los enunciados de problemas de física elemental, no sólo conceptual o interpretativa, sino también de orden literario, pues no se comprenden algunas palabras del español corriente en los enunciados.

Emplear sólo los datos escritos. Una dificultad básica de los alumnos al abordar un problema consiste en que no introducen ni manejan “datos” que no estén

señalados explícitamente como tales en el enunciado de un problema; esto nos indica la dificultad para traducir frases como *parte del reposo* (que es equivalente al dato de *velocidad inicial cero*) y su repercusión en la imposibilidad de resolver un problema.

Encontrar la fórmula. La conocida estrategia empleada en la escuela primaria de los tres pasos -datos, fórmula, solución- para resolver problemas genera un obstáculo que se lleva a nivel superior, que es el de “encontrar” la fórmula que resuelve el problema, esto lo enuncian los alumnos a través de frases tales como: - *¿Podemos utilizar formulario?....* o bien - *Aquí qué fórmula se aplica...* o incluso – *¡Esta fórmula no nos la enseñó...!* En la caracterización de las HAN se especificó que se trata de habilidades “complejas” que requieren de un juicio para tomar la mejor decisión, no sorprende que los alumnos con falta de una metodología para RP consideran que existe un camino fácil

El camino único. La mayoría de los alumnos se sorprenden al saber que el camino para resolver un problema no es único, esto lo reconocimos en las entrevistas que realizamos en frases como: - *¿De los dos caminos cuál es el correcto?* o – El resultado es el mismo si lo resuelvo con ecuaciones diferentes? ... Este aspecto es algo que un docente no se cuestiona en clase y los alumnos no logran asimilar porque no disponen de un lenguaje refinado para exponer sus dudas y aceptan la explicación superficial que se les ofrece. Entre los elementos que definen las HAN hay uno que es el de “soluciones múltiples” a un problema determinado y este obstáculo de los alumnos es un obstáculo al desarrollo de la HAN de resolver problemas.

Sistema de referencia único. Una dificultad que se deriva del aprendizaje, ya sea en clase expositiva o en los libros de texto es el uso de un sistema de referencia único, con el sentido positivo hacia la derecha o hacia arriba según el caso y el origen en el suelo. El alumno pocas veces concibe que el sistema cartesiano de referencia se pueda modificar. Los comentarios más recurrentes de los alumnos son:

- ¿Se puede poner la flecha al revés...? La parte positiva no puede ir para abajo... la gravedad es negativa porque va para abajo...etcétera.

Falta de correspondencia entre física y matemáticas. El análisis de los exámenes y entrevistas nos permite determinar que no todos los alumnos pueden identificar a qué concepto físico se puede asociar una variable matemática en un problema particular, este obstáculo difícilmente lo expresa un alumno y se desarrolla en los primeros trimestres de la licenciatura, es difícil de modificar, pues el alumno no se da cuenta de que lo enfrenta.

Sistemas de referencia propios. Con esto nos referimos a que en un mismo problema se pueden utilizar diversas orientaciones de un sistema cartesiano siempre y cuando se realicen los cambios de variable adecuados. Sin embargo los alumnos utilizan varias orientaciones y no realizan cambios de variable. Este obstáculo se infiere de la revisión de los exámenes escritos de los alumnos y se observa que una vez que el alumno ha logrado establecer ecuaciones de movimiento para un móvil en sistema cartesiano, utiliza otra orientación para un móvil diferente.

Este es el marco de trabajo en que el alumno desarrolla la construcción de una metodología para resolver problemas, con estos obstáculos no es sorprendente que los alumnos no puedan ni siquiera delinear una estrategia de solución de problemas.

Enseguida señalamos algunos aspectos generales.

Una situación común en la EaD, es la dificultad que tienen los alumnos para resolver problemas. Para muchos estudiantes esto representa una barrera infranqueable, casi imposible de salvar, muchos de los que desertan lo hacen por su mal desempeño en este rubro que en la práctica se traduce en una imposibilidad de resolver los problemas que se plantean en exámenes o en tareas. Con este trabajo pretendemos mostrar una opción que ayudará a los alumnos a resolver problemas con menos dificultades y les dará mayor confianza en sí mismos.

La enseñanza a distancia y la resolución de problemas

Desde el punto de vista de la mayoría de docentes, los alumnos deberían estudiar más, y de manera autónoma, sin embargo no se les prepara para ello ni se les dan las herramientas necesarias, en una época en que la competencia es cada día más difícil por lo que muchos de los que inician una carrera profesional y requieren, por diversas razones, de la EaD, desearían mejorar sus habilidades para enfrentar con éxito sus estudios, aquí desarrollamos una de ellas.

En las Universidades se vive un proceso de optimización de recursos, la EaD se ha convertido en una de las formas de aumentar la cobertura, pero los índices de retención y aprobación son demasiado bajos, por ello se ha iniciado un gran trabajo en varias áreas: que van desde de preparación de tutores en esta modalidad, incluso internacionales, hasta la discusión colegiada de herramientas para mejorar el aprendizaje a distancia. Aunque la gran mayoría se enfoca a plantear estrategias generales que se deben aplicar (Styer, 2002; Hieggelke, 2012), pocos son los intentos que se tienen para diseñar recursos basados en investigaciones para apoyar a los alumnos en su proceso de aprendizaje. Es necesario retomar la línea de la EaD y la Investigación en enseñanza de las ciencias para lograr un producto que sirva al alumno en el desarrollo de la habilidad para resolver problemas y en general del desarrollo de las HAN.

Vamos a revisar algunas de las ideas generales que sobre la resolución de problemas se han establecido en la EaD y en enseñanza presencial y a distancia que ya forman parte del saber común.

En primer lugar la existencia de una metodología de nivel elemental, es decir la posibilidad de poder sistematizar la resolución de problemas, se demuestra con su existencia, las planteadas en los libros de texto, por ejemplo en los de Física elemental de (Sears, 2010), se muestra prácticamente en cada capítulo una metodología para resolver los problemas.

Otros autores reconocen la existencia de metodologías para la RP, incluso de carácter general, como el ilustrativo libro de Polya (1970) “Como plantear y

resolver problemas”. En Ciencias Sociales, encontramos libros que plantean una metodología creativa, como el de P. Ackoff “El Arte de resolver problemas”.

Así que la existencia, por lo menos al nivel elemental de los primeros semestres de ingeniería, se demuestra con las metodologías mismas.

Por otro lado, existen varios trabajos que apuntan hacia la transferencia de una metodología de RP, uno de ellos en física, es el de Mathieu y Caillot (1987) en el que se muestra de manera muy explícita la manera de analizar un problema con los alumnos para que estos puedan encontrar un abordaje práctico para resolver problemas. Desde luego estos estudios tienen un antecedente cognitivo en la obra clásica que apoya la transferencia de la capacidad para resolver problemas, el estudio de Bloom y Broder (1950).

Hay diversas críticas a estas metodologías, por ejemplo que el énfasis que pone el docente para la RP en clase aumenta el interés de los alumnos en los procesos de solución y se vuelven más cuidadosos tanto el alumno como el profesor; también se ha planteado que la “metacognición” en la que el alumno verbaliza la metodología es parte importante de la metodología, pero en todo caso, esto significa que la podemos incorporar como parte de las herramientas necesarias para el desarrollo de esta habilidad de RP.

Veamos ahora la modelación de la metodología que utilizan nuestros alumnos para resolver problemas en los primeros trimestres.

Metodología de resolución de problemas

Esta metodología que mostramos ha sido delimitada a través de entrevistas semiestructuradas con alumnos de ingeniería, refleja el camino que siguen los alumnos que resuelven correctamente los problemas de fin de capítulo que les planteamos en las tareas y exámenes, representa la mejor modelación de la estrategia que siguen nuestros alumnos de primeros trimestres (Bastién, 2010).

Además esta metodología, que se ha denominado paso a paso, tiene la característica de analizar en partes la resolución de un problema y presentar de forma activa cada uno de los pasos en que se ha analizado la metodología usual de resolución del tipo de problemas que se aborda.

Los modelos de RP que se han estudiado, nos indican que frente a un problema un experto no actúa aleatoriamente, sino de acuerdo a ciertas reglas [Chi, Feltovich y Glaser, 1981) ya sea a través de grandes y complejas etapas como la que postulan Reif [1983] o etapas más comprensibles como las de Caillot y Dumas [1987] o bien representaciones físicas, más abstractas (Larkin, 1983) que les ayudan a determinar la estrategia o camino que seguirán hasta conseguir el resultado.

Para diseñar la metodología se revisaron estas y otras investigaciones (Taconis, 2001) pero ninguno de ellos tiene características que faciliten el trabajo con alumnos en desventaja académica, salvo el mencionado de Mathieu y Caillot en el que proponen que el proceso de RP se puede dividir en etapas en donde la “*salida*” de una etapa es la “*entrada*” de la siguiente etapa. Estas etapas sirven para clarificar el tipo de conocimientos que se requieren conforme avanza la resolución de un problema, y permite identificar claramente cuáles son los conocimientos y procedimientos necesarios para resolver problemas, por ello la primera tarea fue establecer las etapas en que se puede presentar la resolución de un problema de cinemática, de este modo se pueden enunciar las bases de conocimiento y posteriormente diseñar los ejercicios que acompañan las exposiciones de clase para lograr lo que buscamos: crear las estructuras que permitan operar sobre las variables y aplicar el conocimiento declarativo y procedural pertinente en cada etapa.

Las características de la metodología que diseñamos para alumnos de bajo rendimiento son básicamente tres:

- El tipo de problema se analiza para separarlo en las etapas o “pasos” de la resolución usual.

- A partir de cada “paso” se construye una base declarativa y procedural que se consolidará en el alumno a través de reactivos elementales.
- Los reactivos se presentan en línea a través de *Moodle*.

Estos elementos conforman un sistema de aprendizaje para resolución de problemas en enseñanza combinada y en línea.

En primer lugar para distinguir y enunciar las etapas en que podemos clasificar la RP de cinemática realizamos entrevistas a los alumnos y maestros en las asesorías presenciales, examinamos libros de texto que utilizamos; los exámenes resueltos de los alumnos resultaron de gran interés para esta parte porque mostraban, aunque de modo parcial, la forma de resolver problemas de los alumnos. Determinamos que los alumnos de primeros trimestres tienen una estrategia de RP que se puede modelar a través de etapas o “pasos” para resolver problemas de cinemática, utilizados por la población objetivo que, en general, son las siguientes:

Etapas	entrada	salida
Lectura	Enunciados verbales y esquemas	Representación “interna” del problema
Representación interna	Representación “interna” del problema	Representación pictórica y esquemática del problema
Planteamiento de ecuaciones	Representación esquemática del problema	Ecuación(es) del sistema y condiciones auxiliares.
Resolución de ecuaciones	Ecuación(es) del sistema	Solución de las ecuaciones
Comprobación	Solución de las ecuaciones	Verificación de la solución

Desde luego que ningún alumno tiene claridad en que estas son las etapas por las que pasa su solución, pero son claramente distinguibles y se refieren a conocimientos y procedimientos definidos. Por ejemplo las primeras dos etapas,

los pasos de lectura a representación esquemática ha sido estudiada con detalle (Gangozo et al. 2008).

En segundo lugar establecimos la base de conocimientos declarativos necesaria para la RP de cinemática de una partícula. Este análisis se realizó tanto a través de textos de física (Sears, 2010; Tipler, 2003) como de la entrevista con encuesta a alumnos y profesores de la Universidad.

En cuanto al nivel de resolución de problemas tenemos una clasificación basada en la de Martínez (2010) que para un grupo de 136 alumnos de primer ingreso que reprobaron el examen diagnóstico de física. Los resultados son:

Nivel de RP	Descripción del nivel de clasificación	Problemas (%)
0	No reconoce el marco teórico de referencia donde se sitúa el problema. No comprende el enunciado.	7 (5.1)
1	Comprende el enunciado, pero no acota la situación para modelarla y no establece un marco de referencia, ni identifica correctamente todas las variables del sistema.	19 (14)
2	Explica el marco teórico donde se sitúa el problema. Identifica correctamente todas las variables del problema, pero no establece correctamente las ecuaciones que describen a los móviles.	65 (47.8)
3	Igual que en el paso anterior, pero identifica correctamente las variables del problema. Establece relaciones correctas y plantea ecuaciones, pero no las resuelve correctamente.	24 (17.7)
4	Igual que en el paso anterior, pero resuelve correctamente las ecuaciones de movimiento, eventualmente verifica el resultado.	21 (15.4)

Como vemos el 20% de los alumnos que analizamos no logra entender el problema completamente y el 65% no establece correctamente las ecuaciones, con este nivel de habilidad es imposible que apruebe sus exámenes.

Simultáneamente con este análisis, se hizo otro de comprensión de conceptos, es decir no sólo basta resolver el problema sino comprender los conceptos, los resultados son que el nivel de comprensión de conceptos es muy bajo. Para ello se tomó un test estandarizado de conceptos de física (Hestenes, 1992). Es decir

que la metodología que proponemos para ser trabajada por los alumnos que cursan Introducción a la Física, debe mejorar no sólo el nivel de desempeño en exámenes sino en comprensión de conceptos también. Más adelante mostraremos que en el postest, los alumnos mejoraron su nivel de comprensión de conceptos a la vez que mejoraron su desempeño en la habilidad de RP. Pasemos ahora a la descripción de las actividades en el curso a distancia de Introducción a la Física.

Diseño y Descripción de las actividades

Con estos resultados acerca de la estrategia de RP fue posible diseñar materiales didácticos que reflejan los pasos con los que el alumno puede construir su metodología. Las actividades que presentamos a los alumnos: ligas, cuestionarios, actividades en *hot potatoes*, materiales de apoyo como problemas resueltos o recomendaciones a you tube e incluso software que se ha diseñado siguiendo esta línea de investigación responde a la estrategia paso a paso que pueden desarrollar los alumnos.

Puesto que el interés reside en la comprensión de cada uno de los pasos involucrados en la resolución de problemas, las actividades que se realizan son puntuales y poco a poco se van integrando.

El lenguaje es coloquial en la introducción y se torna técnico en las actividades cognitivas. Una característica de esta metodología es que la presentación de conceptos y problemas se hace de menor a mayor complejidad. La presentación de la metodología se realiza a través de un aula virtual y se especifica al alumno lo que va a encontrar.

Antes de iniciar con la metodología propiamente dicha, se presentan al alumno cuestiones relacionadas con los obstáculos cognitivos. Enseguida se pasa a la metodología propiamente dicha.

La primera parte corresponde a la comprensión de lectura y de “jerga” de los problemas que para algunos alumnos es incomprensible. Algunos ejercicios de cada parte se muestran en el anexo.

La segunda parte se refiere a la realización de esquemas y diagramas, que son la representación física abstracta del problema donde las variables aparecen gráficamente, para lo cual se le dan algunos esquemas y se le pide que señale el correcto, más adelante se le pide que dibuje el suyo propio. En algunos casos las sesiones presenciales adquieren mayor importancia que en otras, por ejemplo en el dibujo de esquemas la parte presencial es muy importante, en general ambas modalidades, presencial y virtual se complementan.

Una vez que el alumno puede expresar esquemáticamente el problema pasamos a la tercera etapa en la que el alumno identifica variables, plantea ecuaciones e incógnitas, y establece ecuaciones auxiliares para el problema.

El cuarto y quinto paso se refieren a la resolución de las ecuaciones y la verificación de los resultados y, en su caso, interpretación de los mismos. Aquí se muestra la segunda Unidad que es la de cinemática.

3

SEGUNDA UNIDAD
CINEMÁTICA I

Exámenes del lunes 24 de septiembre al miércoles 17 de octubre
Ejercicios y tareas del 19 de septiembre al 16 de octubre

Para esta parte de cinemática te recomiendo que utilices el libro de texto de SEARS, ZEMANSKY: FÍSICA UNIVERSITARIA, VOL 1, 12a ed. Pearson, Addison wesley.

páginas 36 a 57 del capítulo 2, Movimiento en línea recta.

A veces cuesta trabajo leer y comprender el enunciado de un problema, resuelve el siguiente cuestionario, te ayudará mucho a resolver y plantear tus problemas.

☐ Cuestionario Optativo enunciados

Estos algunos de las ideas equivocadas de los alumnos sobre la solución de problemas de cinemática, resuelve el ejercicio siguiente:

☐ Cuestionario Optativo 1 Cine-1

☐ caída libre 1 Para Cine 1a

¡Determinar la velocidad media no es tan simple como parece !

Resuelve el siguiente ejercicio:

☐ Optativo de vel media cine 1

☐ velocidad media 2

☐ posición desplazamiento 2

Como se ve antes de iniciar con la metodología, se presentan cuestionarios para que el alumno concientice sus propios obstáculos cognitivos con preguntas que se desprenden directamente de las entrevistas que respondieron, por ejemplo:

Diga si el siguiente enunciado es falso o verdadero:

- En un problema de cinemática solo los datos numéricos son importantes para la solución.
- En en movimiento de tiro vertical, el eje positivo siempre apunta hacia arriba.

Esto se coloca, como se muestra en un cuestionario de verdadero/falso y cada respuesta tiene retroalimentación; esto se muestra en la siguiente pantalla:

2 Puntos: 1/1

Diga si el siguiente enunciado es falso o verdadero:

En un problema de cinemática solo los datos numéricos son importantes para la solución.

Respuesta:

☐ Verdadero *x*

☒ Falso *✓*

Claro que es falso ! Muchas veces se dan datos en el enunciado, por ejemplo *el movil se detiene* significa $V_f=0$

Enviar

Correcto

Puntos para este envío: 1/1.

3 Puntos: 0/1

Diga si el enunciado siguiente es falso o verdadero:

En en movimiento de tiro vertical, el eje positivo siempre apunta hacia arriba.

Respuesta:

☒ Verdadero *x*

☐ Falso *✓*

No es verdadero ! El sentido de los ejes lo decide el que resuelve el problema. A veces conviene colocarlos hacia arriba, otras veces hacia abajo.

Enviar


La retroalimentación es más importante de lo que parece, pero se debe hacer en la línea de aclarar el razonamiento espontáneo que tiene el alumno, por ejemplo si se equivoca en determinar si el enunciado “En el movimiento de tiro vertical, el eje positivo siempre apunta hacia arriba” y lo califica como verdadero, siendo que es falso. El alumno recibe una retroalimentación que se dirige a su razonamiento

espontáneo “No es verdadero! El sentido de los ejes lo decide el que resuelve el problema. A veces conviene colocarlo hacia arriba, otras veces hacia abajo” justamente ese es el problema con el alumno, él piensa que la dirección positiva es hacia arriba siempre y que eso es lo correcto, lo cual nunca se le ha dicho, por eso hay que aclarárselo.

Después de los obstáculos cognitivos que trabajamos con el alumno, pasamos a la comprensión de enunciados de los problemas, es decir la dificultad para interpretar las palabras en el enunciado. A continuación dos ejemplos:

Vista previa del cuestionario

[Comenzar de nuevo](#)

1  Puntos: 1


En el enunciado siguiente:

Se lanza un objeto hacia arriba, llega a su altura máxima en 2.0 s y después cae al suelo.

Podemos inferir que cuando va de subida la aceleración de la gravedad es positiva y cuando cae, la aceleración de la gravedad es negativa.

Seleccione una respuesta.

- ☐ Falso, la aceleración siempre apunta hacia abajo
- ☐ No se puede aclarar del enunciado
- ☐ Claro, el sentido de la aceleración depende de lo que haga el objeto.

2  Puntos: 1

En el enunciado siguiente:

Un tanque esférico de radio 1.25 m, surte agua a razón de $2.5 \frac{L}{s}$. ¿Cuántos minutos podrá surtir agua a esta razón?

¿Se pregunta en cuanto tiempo se va a vaciar?

Respuesta:

- ☐ Verdadero
- ☐ Falso

Estas preguntas tienen también retroalimentación, el objetivo es que el alumno explicita sus dudas sobre los enunciados y que reflexione acerca de la dificultad que tiene para comprender enunciados, pues prácticamente nunca se ha planteado esta cuestión. Enseguida pasamos a trabajar un primer punto de cinemática que no es tan fácil como parece, que es la identificación de variables, como ejemplo damos estas preguntas:

2. Una persona camina con una velocidad de $4 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ en línea recta 8 km, e inmediatamente se regresa al punto de partida ¿Cuál es el tiempo de recorrido?

A. 1 hora

B. 2 horas

C. 4 horas

D. no puede ser calculada

3. Un auto se encuentra detenido 20m atrás de un semáforo, al cambiar a verde inicia su movimiento con una aceleración de $3.5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. Si el origen de un sistema de coordenadas está en el semáforo y la dirección positiva, es la misma del movimiento del automóvil ¿Cuál es la posición inicial del auto?

A. 20 m

¡Muy bien! Acertaste.

OK

Una de ellas ya está respondida, ese es un ejercicio en Hot potatoes y se trabaja la comprensión del enunciado y el reconocimiento de variables y su expresión en las ecuaciones, todavía en palabras. Enseguida se pasa al reconocimiento de las ecuaciones de acuerdo con el enunciado.

Introd a la Fis SAI 12-O

Usted se ha autenticado como Gustavo Mauricio Bastián Montoya (Salir)

Física en línea > IFSAI 121 > Cuestionarios > Cuestionario Obligatorio 2 cinemática I 12-O > Intento 1

Actualizar Cuestionario

Información Resultados Vista previa Editar

Vista previa del cuestionario

Comenzar de nuevo

1 4 Puntos: 1

Un automóvil está colocado 8 m atrás de un semáforo y al cambiar a verde la luz, arranca con una $a = 2.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ en ese mismo instante pasa por el semáforo un camión con velocidad de $72 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ que al ver el verde acelera con $2.2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. ¿Cuáles son las posiciones para el automóvil y el camión? Supón el origen de coordenadas en el semáforo y la dirección positiva en el sentido del movimiento.

Seleccione una respuesta.

a. $x = -8 + 2.8 \frac{t^2}{2}$ y para el camión $x = 72t + 2.2 \frac{t^2}{2}$

b. $x = 2.8 \frac{t^2}{2}$ y para el camión $x = 8 + 20t + 2.2 \frac{t^2}{2}$

c. $x = -8 + 2.8 \frac{t^2}{2}$ y para el camión $x = -72t + 2.2 \frac{t^2}{2}$

d. $x = -8 + 2.8 \frac{t^2}{2}$ y para el camión $x = 20t + 2.2 \frac{t^2}{2}$

2 4 Puntos: 1

Un tren lleva una velocidad de $90 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ al pasar por una semáforo tranviario frena con $129.6 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. Si colocas el origen en el semáforo y el eje positivo en la dirección que avanza el tren ¿Cuál es la función que nos da la posición y velocidad del tren? x está expresada en metros y t en segundos, aceleración en $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ y velocidad en $\frac{\text{m}}{\text{s}}$

Seleccione una respuesta.

a. $x = 25t - 0.01 \frac{t^2}{2}$ y para la velocidad $v = 25 - 0.01t$

b. $x = 20t - 0.01 \frac{t^2}{2}$ y para la velocidad $v = 20 + 0.01t$

c. $x = 25t - 0.1 \frac{t^2}{2}$ y para la velocidad $v = 25 - 0.1t$

d. $x = 20t - 0.1 \frac{t^2}{2}$ y para la velocidad $v = 20 - 0.1t$

En estos ejercicios se plantea con palabras el problema y se le pide al alumno que reconozca la ecuación correcta, este ejercicio tienen dos objetivos por un lado el que ya se dijo más arriba y además el de que reconozca el tipo de ecuaciones que se utiliza para resolver estos problemas.

El cuarto paso que el alumno requiere para la resolución de un problema es el planteamiento y resolución de las ecuaciones

Curso: Introd a la Fis SAI 12-O

velocidad media 1

Esta parte es para que practiques el paso de el enunciado y la gráfica a las ecuaciones, sin que las tengas que resolver.

- ☐ Cuestionario Obligatorio 2 cinemática I 12-O
- ☐ Cuestionario Obligatorio 3 cinemática 1 12-O
- ☐ Autoevaluación con respuestas Cine 1 12-O

Estos exámenes los debes aprobar con 10, de otro modo los debes volver a realizar.

- ☐ Examen "a" cinemática I
- ☐ Examen b de Cinemática I
- ☐ Examen c de cinemática 1

4

TERCERA UNIDAD

CINEMATICA II

PROBLEMAS "COMPLETOS"

MATERIAL DE ESTUDIO: Fisica Universitaria, Sears Zemanzky, undécima ed., páginas 40 a 56.

aceleracion 1 para Cine-2a

- ☐ Tarea Obligatoria 1 Cinema II
- ☐ Tarea Obligatoria 2
- ☐ Tarea obligatoria 3
- ☐ Autoevaluación optativa para Examen 3 con respuestas
- ☐ Optativo 1 completos

Como se observa la resolución completa de los problemas está en una unidad aparte y se califica con un examen diferente, enseguida mostramos el tipo de ejercicios obligatorios para esta parte:

2

Puntos: 1

Se lanza una pelota desde una altura de 65 m con velocidad inicial 8.0 m/s. Determina la distancia recorrida de $t=0.50$ s a $t= 1.0$ s durante el movimiento de caída.

Seleccione una respuesta.

- ☐ a. 12 m
- ☐ b. 7.7 m
- ☐ c. 12.9 m
- ☐ d. 7.1 m

3

Puntos: 1

Un objeto parte del reposo y se acelera con aceleración constante. En $t=3$ s lleva una velocidad de 12 m/s , en $t= 6$ s su velocidad es de 24 m/s. Determina el desplazamiento entre $t= 2$ s y $t= 4$ s.

Seleccione una respuesta.

- ☐ a. 18 m
- ☐ b. 36 m
- ☐ c. 24 m
- ☐ d. 8 m

Los enunciados de los problemas poco a poco se estructuran hasta ser los un problema de un típico libro de texto o aquellos que el alumno debe ser capaz de

resolver. La cantidad de ejercicios es suficiente para cubrirse utilizando las cuatro semanas que se dedican a cinemática.

Como lo expresa Córdova (2002) “ Desde esta perspectiva (cognitivista) los contenidos no pueden organizarse de modo externo, según crea el diseñador en forma inductiva o deductiva, sino que esta organización estará orientada por la propia estructura del conocimiento en relación directa con la forma en que la misma pueda ser asimilada por la estructura cognitiva del sujeto que aprende considerando que cada sujeto funciona (en el ámbito cognitivo) en forma diferente a los demás. Por otra parte es necesario considerar el contexto social y cultural del que aprende.”

En los cursos b-learning se puede realizar una actividad extra que consiste en una discusión con los alumnos acerca del objetivo del curso y de la forma en que se va a desarrollar el curso, es decir el docente inicia un proceso de metacognición que es necesario para que el alumno tenga claro que está frente a una metodología de RP. La metacognición sobre la construcción de la metodología es tan importante como la resolución misma de los problemas.

Este tipo de abordaje metacognitivo ayuda a construir y dominar las bases de conocimiento declarativo y procedural, lo que permite al alumno avanzar con la seguridad de que cada paso que da para resolver un problema es correcto.

Esta manera de avanzar es radicalmente diferente de la tradicional; los alumnos del grupo control reciben en una clase la “teoría” que requieren, el docente resuelve un problema-ejemplo, después ellos resuelven otro parecido, tratan de memorizarlo y pasan a un problema un poco más complicado lo que no les permite ni formarse una estrategia ni tener dominio en ningún aspecto de los problemas que van resolviendo y tardarán mucho más tiempo del que se dispone para ir descubriendo por si mismos la metodología general y adquirir un esquema general para activar frente a una clase de problemas, finalmente tienen éxito sólo aquellos que pudieron adaptarse al método de “observa y memoriza”.

Conclusiones

Hemos descrito un estudio para modelar la estrategia con que los alumnos de primer ingreso resuelven problemas, además hemos expuesto los obstáculos cognitivos a que se enfrentan antes de la resolución propiamente dicha de un problema y finalmente se plantea un ejemplo de concretización en actividades en línea que el alumno puede seguir para desarrollar una estrategia. La base de esta metodología está en el enfoque cognitivo que plantea la construcción y modificación de los esquemas que posee el alumno para asimilar la nueva información que debe estructurar, en este caso se trata de estructurar una metodología y los conceptos necesarios para poder resolver problemas de los denominados “de fin de capítulo” con los que el alumno es evaluado y que representan un primer paso para desarrollar su habilidad de resolución de problemas, básica en la vida profesional de un ingeniero.

El postest sobre manejo de conceptos de cinemática (área donde se utiliza la metodología) tiene resultados favorables ya que existe un claro aumento en el índice que nos mide el manejo de los conceptos y la superación del razonamiento espontáneo en puntos específicos.

Las opiniones de los alumnos sobre la construcción de una metodología son muy alentadoras ya que muchos de los que no tenían ninguna forma sistemática de acercamiento a la resolución de un problema, después de estudiar y trabajar sobre los cuestionarios y actividades planteadas a distancia adquirieron, al menos las bases, para desarrollar o mejorar su habilidad para resolver problemas.

Existe una diferencia cuando el curso es combinado o b-learning, y es que la metodología se discute de modo individualizado y los alumnos plantean individualmente sus dudas sobre la resolución de problemas.

Un punto importante es el que se refiere a los alumnos de bajo rendimiento o en desventaja académica que cada día son más frecuentes en las IES, y para los cuales no hay tratamiento didáctico distinto, en todo caso curricular. Algunos docentes proponen elevar el puntaje de aceptación, para que sólo entren los más

aptos, pero entonces se aceptarían muy pocos estudiantes, lo que en el corto plazo es muy costoso para una institución. Mejor que esto es estudiar la problemática y aprovechar las nuevas habilidades con que llegan los alumnos de bajo rendimiento, aquí hemos esbozado algunas pero de ninguna manera está agotado el tema ya que es un proceso dinámico muy complejo.

En cuanto a los cursos totalmente a distancia los resultados no son concluyentes, pues a pesar de que se observa una mejoría en los alumnos que terminan el curso, en su mayoría ya cursó la UEA y disponen de más herramientas que los alumnos de nuevo ingreso, pero de acuerdo con los resultados cuantitativos y cualitativos observamos que los alumnos de bajo rendimiento pueden construir una metodología de RP en enseñanza combinada con la metodología paso a paso y su desempeño en los exámenes mejora significativamente.

En general los trabajos sobre el desarrollo de la habilidad para resolver problemas nos muestran que una metodología de RP es transferible y de paso que la afirmación de que la capacidad de resolver problemas es una de las características innatas de la inteligencia y por lo tanto imposible sistematizar, ha quedado superada por los hechos y los docentes que evalúan a través de problemas observan que si bien es una habilidad no-algorítmica, eso no significa que sea totalmente creativa y sin posibilidad de delinear estrategias. Es mucho más claro a partir de las observaciones de los propios alumnos, enunciar que ellos lo que no tienen es el camino “corto” para la solución de un problema.

El punto más importante de este trabajo reside en que las actividades didácticas en línea no pueden ser planteadas como una mera ocurrencia del profesor, basadas en su experiencia o por la estructura externa del contenido, el planteamiento se guía por la forma en que el alumno asimila y acomoda el nuevo contenido a sus estructuras cognitivas, podemos añadir con los constructivistas sociales que el contexto sociocultural se debe considerar en esta construcción didáctica. Mejor aún si se toman en cuenta los resultados de investigaciones sobre el aprendizaje de sus alumnos.

Referencias

- Aiello, M., Wilelm, C. (2004). Blended learning como práctica transformadora, *Pixel-bit*, No. 23, 2004, pp. 21-26. Recuperado de: <http://www.sav.us.es/pixelbit>
- Bastién M. G. M. (2010). *Desarrollo y aplicación de una metodología de resolución de problemas de física elemental universitaria para enseñanza combinada*. Tesis doctoral. México D. F. : Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y tecnología Avanzada, IPN.
- Bastién M.,G.,M., Mora C., Sánchez-Guzmán D., Obstáculos en la resolución de problemas en los alumnos de bajo rendimiento. *Lat. Am. J. Phys.* Ed. Vol. 4, No. 3, sept. 2010, pp. 727-731 http://journal.lapem.org.mx/index_march11.html
- Bastién, M. G. M. & González B. S. B. (2008). Un espacio virtual para la resolución de problemas. En las memorias de Kaambal: *Teleaprendizaje y gestión del conocimiento*: Mérida, Yuc.
- Becerra, C., Gras, A., Martínez, J., ¿De verdad se enseña a resolver problemas en el primer curso de física universitaria? La resolución de problemas de "lápiz y papel" en cuestión, *Rev. Bras. Ensino Fís.* vol.27 no.2 São Paulo Apr./June 2005.
- Bernard, R. y Abrami, P. (2004). How does distance education compare with classroom instruction? A meta-analysis of the empirical literature. *Review of Educational Research*, 74 (3), pp. 379-439.
- Bloom, B. S. y Broder, L. J. (1950). Problem-Solving processes of college students. An exploratory investigation, Chicago, University of Chicago Press. Citado por Mayer, R. E. (1986). *Pensamiento Resolución de Problemas y Cognición*. Paidós, 1ª ed.
- Bunce, D., Vandenplas, J., Havanki, K., Comparing the Effectiveness on Student Achievement of a Student Response System versus Online WebCT Quizzes, *Journal of Chemical Education*, Vol. 83 No. 3 March 2006, pp. 488-493
- Caillot, M. y Dumas, C. A. (1983). Un enseignement d'une méthodologie de résolution de problèmes de physique, Université Paris. *La Londe les Maures, Séminaires et Conférences*.
- Córdova, D. (2002). El diseño instruccional: dos tendencias y una transición esperada. *Docencia Universitaria*, Vol III, No 1, UCV, Caracas. Recuperado de:

[http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/sadpro/Documentos/docencia_vol3_n1_2002/4 art. Doris Cordova.pdf](http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/sadpro/Documentos/docencia_vol3_n1_2002/4_art._Doris_Cordova.pdf)

Cotton K. (1991). Teaching thinking skills. *School improvement research series*.

Recuperado de http://hpps.spps.org/uploads/teaching_thinking_skills.pdf

Chadwick, C. (1977) *Tecnología Educativa para el Docente*. Paidós, Buenos Aires.

Chi, M.T.H., P.J. Feltovich and R. Glaser (1981). Categorization and representation of physics problems by experts and novices. *Cognitive Science*, 5, pp. 121-152.

Díaz Barriga, F. (2005). Principios de diseño instruccional de entornos de aprendizaje apoyados con TIC: un marco de referencia sociocultural y situado. *Revista de Tecnología y Comunicación Educativa*, 20, 41, ILCE, julio-diciembre.

Gangoso Z., Trujol M. E., Brincones I., Gattoni A., Resolución de problemas, comprensión, modelización y desempeño: Un caso con estudiantes de ingeniería, *Lat. Am. jour.Phys.Ed.* Vol. 2 (3) Sept. 2008, pp. 233-240,

Hestenes D., Wells M. (1992). Mechanics baseline Test, *Physics Teacher*, Vol. 30, marzo, pp.159-166.

Hieggelke C, Maloney D y O'Kuma T. (2002). *TIPERs Tasks Inspired by Physics Education Research*. Recuperado de :

<http://tycphysics.org/TIPERs/magnetismtipers.htm>

Jonassen, D. H. (1991). Objectivism vs. Constructivism: Do we need a new philosophical paradigm? *Educational Technology: Research and Development*, 39 (3), pp. 5-14.

Kim, B. (2001). Social constructivism. In M. Orey (Ed.), *Emerging perspectives on learning, teaching, and technology*. Recuperado de:

<http://www.coe.uga.edu/epltt/SocialConstructivism.htm>

Larkin, J. H. (1983). The Role of Problem Representation in Physics. In *Mental Models*, ed. Gentner, D., Stevens, A., Lawrence Erlbaum Ass. Publishers, Hillsdale, NJ.

Mager, R. F. (1972). *Objetivos para la enseñanza efectiva*. Ed. Salesiana. Caracas, Ven.

Martínez J. R., et al (2006). Análisis del grado de conocimiento declarativo y procedural de estudiantes en cursos de física universitaria, *Rev. Mex. Fís. E* **52**, pp. 142–150.

Mathieu, J., Caillot, M. (1987). "L'Enseignement de la resolution de problemes" , *Annales de didactique des sciences*. V 1,1, pp. 26-35.

Nickerson, R. S., Perkins, D., and Smith, E. E. (1985). *The teaching of thinking*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Polo, M. (2001). El diseño instruccional y las tecnologías de la información y la comunicación. *Docencia Universitaria*, Vol II, No 2, UCV, Caracas. Recuperado de: http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/sadpro/Documentos/docencia_vol2_n2_2001/6_art.3Marina_Polo.pdf

Polya, G. (1970). *Como plantear y resolver problemas*. Trillas, México.

Reif, F. (1983). Problem solving, *La Londe les Maures, Atelier d' été international didactique de la physique*.

Resnick, L., B. (1987). *Education and Learning to think*, National Academies Press, Washington, D.C.

Sears, F. W., Zemansky, M. W., Young, H. D. y Freedman, R. A. (2010). *Física Universitaria*, Vol. 1, 12ª ed. Pearson educación, México.

Segal, J. W., Chipman, S. F., and Glaser, R. (Eds.). (1985). Thinking and learning skills: Vol. 1. *Relating instruction to research*. Hillsdale, NJ: Erlbaum. (Citado por Resnick (1987))

Schoenfeld, A. (1985). *Mathematical problem solving*. New York: Academic Press.

Scholze, T., Wiemann S., Successful Blended Learning Projects in 2006: Experiences in different formal, non-formal and informal learning environments, *elearning papers* No 3, Recuperado de: <http://www.elearningpapers.eu>.

Stone M. (2010). *Llegar a la comprensión mediante el uso de las TIC*, Recuperado de: <http://www.uoc.edu/web/esp/art/uoc/0107031/stone.html>

Styer, D. (2002). *Solving problems in physics*, Recuperado de: <http://www.oberlin.edu/physics/dstyer/SolvingProblems.html>

Taconis, R., Ferguson-Hessler M.G.M., Broekkamp H. (2001). Teaching science problem solving: An overview of experimental work, *Jour. Resear. In Sci. Teach.* 38, 4, pp. 442-468.

Teodorescu, R. Modeling Applied to problem Solving, XVI Taller Internacional de Enseñanza de la Física, Puebla, Pue. mayo, 2008. Tambien se encuentra en <http://www.lon-capa.org/presentations/mitpresentation.pdf>.

Tipler, P.A. (2003). *Física para la ciencia y la tecnología*, Vol 1, 4ª ed. Reverté, Barcelona.